

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 57-079345

(43)Date of publication of application : 18.05.1982

(51)Int.Cl.

F16F 1/18

(21)Application number : 55-153762

(71)Applicant : CHUO SPRING CO LTD
DAINIPPON INK & CHEM INC

(22)Date of filing : 04.11.1980

(72)Inventor : MIZUNO TSUNEO
ARIGA NAGARO
SEKIGUCHI HISAFUMI
KITAZAWA SEIICHI
YASUDA TADASHI(54) FRP LEAF SPRING FOR CAR HAVING EXCELLENT FATIGUE WITHSTANDABILITY
CHARACTERISTIC

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the fatigue withstandability considerably by impregnating an FRP member with a compound where an epoxy-vinyl ester resin having specific structure is dissolved in a polymeric vinyl monomer then performing the hardening molding.

CONSTITUTION: Bisphenol type epoxy resin mixed or a drain with said resin and a novolak type epoxy resin where non-saturable monobasic acid is additionally reacted with approximately equivalent rate with the epoxy radical in the epoxy resin where the average epoxy equivalent is approximately in the range of 250W450 is employed as an epoxy vinyl ester resin. The resin compound produced by dissolving said resin in a polymeric vinyl monomer is used to impregnate at least one kind of FRP member selected from a glass fiber, carbon fiber and an aromatic polyamid fiber, then it is hardened and molded to produce a desired leaf spring.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—79345

⑪ Int. Cl.³
F 16 F 1/18

識別記号

庁内整理番号
7111—3 J

⑬ 公開 昭和57年(1982)5月18日

発明の数 1
審査請求 有

(全 8 頁)

⑭ 耐疲労特性に優れる自動車用FRP板ばね

⑮ 特 願 昭55—153762

⑯ 出 願 昭55(1980)11月4日

⑰ 発 明 者 水野恒男
名古屋市千川区小山町2—4

⑱ 発 明 者 有賀長郎
千葉市小中台町1207—1第2稲
毛ハイツ16—104

⑲ 発 明 者 関口尚史
千葉市大宮台5—6—10

⑳ 発 明 者 北沢清一
成田市加良部2—2—1

㉑ 発 明 者 安田忠司
千葉市稲毛東3—7—8

㉒ 出 願 人 中央発條株式会社
名古屋市緑区鳴海町字上汐田68
番地

㉓ 出 願 人 大日本インキ化学工業株式会社
東京都板橋区坂下三丁目35番58
号

明 細 書

1. 発 明 の 名 称

耐疲労特性に優れる自動車用FRP製板ばね

2. 特許請求の範囲

- ビスフェノールタイプのエポキシ樹脂の単独あるいはこれとノボラックタイプのエポキシ樹脂とを混合した樹脂であつて、これらの平均エポキシ当量が約250～約450なる範囲にあるエポキシ樹脂中のエポキシ基に不飽和一塩基酸をほぼ当量となる比率で付加反応させて得られるエポキシビニルエステル樹脂を重合性ビニルモノマーに溶解せしめて成る樹脂組成物を、ガラス繊維、炭素系繊維および芳香族ポリアミド系繊維よりなる群から選ばれる少なくとも1種の繊維質強化材に含浸させ、硬化成型せしめて得られる耐疲労特性に優れる自動車用FRP製板ばね。

- 上記繊維質強化材の容積含有率が、該強化材とマトリッ

クス成分たる上記樹脂組成物との合計容量の40～70%、あるいは該合計重量の50～80%であることを特徴とする。特許請求の範囲第1項に記載の板ばね。

3. 発明の詳細な説明

本発明は耐疲労特性に優れる自動車用FRP製板ばねに関するものである。

近年、原油価格の高騰に伴い、各自動車メーカーはこぞつて石油資源を有効に使用すると低燃費車の開発に乗り出した。車体の軽量化は燃費向上を図るための最も有力な手段であり、そのために軽い材料であるプラスチックを車体の各部に使用するというプラスチック化が盛んに行なわれている。我国について言えば、バンパー周りのコーナープロテクターにはエチレン・プロピレン・ダイエン・ターポリマー、車内のパネルと各種の排気ガスコントロール・デバイス類には、ナイロンやアセタール樹脂、フル・トリミン

グ化にはポリプロピレンやアセタールなどが使用され始めている。また、自動車の機能部品である板ばねやドライブシャフト、ホイール、バンパーなどにはアドバンスト・コンポジット（高性能複合材料）を応用しようという研究も盛んに行なわれている。これらの機能部品を従来の鋼からアドバンスト・コンポジットに置き換えた場合には40～80%もの重量の軽量化が期待でき、燃費向上のための有力な手段となる。また、耐食性の面においてもこのアドバンスト・コンポジットは、従来の鋼に比較して優れているという利点を有している。

ところで、かかるアドバンスト・コンポジットは、その機能部品の要求特性を満足させるために、強化材としてガラス繊維、炭素繊維あるいは芳香族ポリアミド繊維などが単独または併用されて、他方、これらの強化材をまとめるためのマトリックスとしては、不飽和ポリエステル樹脂、

さらにはエポキシビニルエステル樹脂が使用されるべきである。しかし、不飽和ポリエステル樹脂は量産に伴う成形速度や経費性という面でこそ大きな利点を有するものではあるが、該樹脂のもつ特性、すなわち小さな伸び率と大きな硬化収縮率と、さらに強化材に対する密着性の悪さは、自動車用FRP製板ばねとしたさいに耐疲労特性を著しく低下させるものであり、他方、エポキシ樹脂は不飽和ポリエステル樹脂とは異なり、大きな伸び率、小さな硬化収縮率および強化材に対する優れた密着性という特性を有するために、自動車用の板ばねとして使用したさいには長期の耐疲労特性を向上させることができるが、該樹脂の硬化速度は一般に不飽和ポリエステル樹脂に比較して遅いためこの種の板ばねの大量生産には至極不向きである。これらの両樹脂に対し、エポキシビニルエステル樹脂は、一般にエポキシ樹脂と同程度の特性、すなわち大きな伸び率と強

エポキシ樹脂およびエポキシビニルエステル樹脂が使用されているが、これらの樹脂マトリックスによつて性能が大きく左右されるものである。自動車用板ばね、銃中、軽トラックやバン（商用車）には鋼製重ね板ばねが使われているが、いま仮りにこれをFRP化しようとするれば、1台につき12～14kgの鋼製重ね板ばねを約60～80%もの軽量化が可能となる。

ところで、自動車用板ばねに要求される特性としては、その苛酷な使用条件に耐えうる必要があるから、優れた耐疲労特性が要求されるが、この要求特性を満足させるためには、強化材として汎用されているガラス繊維、炭素繊維もしくは芳香族ポリアミド系繊維の単独またはこれらの併用になるハイブリッドシステムが使用されるべきであり、他方、これらの強化材を結合させるべきマトリックスとしては、不飽和ポリエステル樹脂やエポキシ樹脂、

強化材に対する優れた密着性を有しており、そのために当該板ばねとしたさいの長期の耐疲労特性を向上させると同時に、その硬化性は不飽和ポリエステル樹脂に匹敵するもので、大量生産の上でも大きな利点となる。

本発明者らはかかる自動車用FRP製板ばねを得るにあつて、マトリックスとして優れた特性を有するエポキシビニルエステル樹脂に着目して鋭意研究を行なつた結果、当該エポキシビニルエステル樹脂の構造の極く限定された範囲においてのみ非常に優れた耐疲労特性を有することを見出した。

すなわち、本発明はビスフェノールタイプのエポキシ樹脂の単独またはビスフェノールタイプのエポキシ樹脂とノボラックタイプのエポキシ樹脂とを混合した樹脂にしてその平均エポキシ含量が250から450の範囲にあるエポキシ樹脂のエポキシ基に不飽和一塩基酸をほぼ当量となる比

本で付加反応させて得られるエポキシビニルエステル樹脂を重合性ビニルモノマーに溶解してなる樹脂組成物を、ガラス繊維、炭素系繊維および芳香族ポリアミド系繊維よりなる群から選ばれる少なくとも1種の繊維質強化材に含浸させ、硬化成型せしめることから成る、非常に優れた耐疲労特性を有するとともに、量産性にも優れた自動車用FRP製板ばねを提供しようとするものである。

本発明でいう上記エポキシビニルエステル樹脂とは、さらに詳細には、ビスフェノールタイプのエポキシ樹脂単独、又は、ビスフェノールタイプのエポキシ樹脂とノボラックタイプのエポキシ樹脂とを混合した樹脂であつて、その平均エポキシ当量が250から450の範囲にあるエポキシ樹脂と不飽和一塩基酸とをエステル化触媒の存在下で反応して得られたエポキシビニルエステルを、重合禁止剤とともに重合性ビニルモノマーに溶解して得られた樹脂をいう。

リル酸、メタクリル酸、桂皮酸、クロトン酸、モノメチルマレート、モノプロピルマレート、モノブチルマレート、ソルビン酸あるいはモノ(2-エチルヘキシル)マレートなどがある。なお、これらの一塩基酸は単独でも、2種以上の混合においてでも使用できるのは勿論である。

次いで、これらのエポキシ樹脂と不飽和一塩基酸との反応は60～140℃、好ましくは80～120℃の温度においてエステル化触媒を用いて行なわれる。かかるエステル化触媒としては、トリエチルアミン、N,N-ジメチルベンジルアミン、N,N-ジメチルアニリンもしくはジアザビシクロオクタンなどの如き三級アミン；あるいはジエチルアミン塩酸塩、ジメチル酢酸塩、もしくはジメチルアミン硫酸塩などの如き、公知慣用の触媒がそのまま使用できる。

かくして得られたエポキシビニルエステル樹脂は、公知慣用の重合性ビニルモノマーに溶解させて、安定な樹脂組

成で、上記ビスフェノールタイプのエポキシ樹脂として代表的なものを挙げれば、エピクロロヒドリンとビスフェノールAもしくはビスフェノールFとの反応により得られる実質的に1分子中に2個以上のエポキシ基を有するグリシジルエーテル型のエポキシ樹脂、メチルエピクロロヒドリンとビスフェノールAもしくはビスフェノールFとの反応により得られるジメチルグリシジルエーテル型のエポキシ樹脂あるいはビスフェノールAのアルキレンオキサイド付加物とエピクロロヒドリンもしくは、メチルエピクロロヒドリンとから得られるエポキシ樹脂などである。次いで、前記ノボラックタイプのエポキシ樹脂として代表的なものには、フェノールノボラックまたはクレゾールノボラックと、エピクロロヒドリンまたはメチルエピクロロヒドリンとの反応により得られるエポキシ樹脂などがある。

他方、前記不飽和一塩基酸として代表的なものにはアク

酸とされるが、ここにおいて上記重合性ビニルモノマーの代表的なものを挙げれば、スチレン、ビニルトルエン、 α -ブチルスチレン、クロルスチレンもしくはジビニルベンゼンなどのスチレン誘導体；2-エチルヘキシル(メタ)アクリレート、ラウリル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシエチル(メタ)アクリレートもしくは2-ヒドロキシプロピル(メタ)アクリレートなどの(メタ)アクリル酸の低沸点エステルモノマー；あるいはトリメチロールポバントリ(メタ)アクリレート、ジエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、1,4-ブタンジオールジ(メタ)アクリレート、1,6-ヘキサジオールジ(メタ)アクリレートなどの如き多価アルコールの(メタ)アクリレートなどであり、これらは単独あるいは2種以上の混合物として使用される。また、これらの重合性ビニルモノマーの濃度は特に制限を受けるものではないが、作業性や含浸性およ

び硬化物の性能上からは10～50重量%が好ましい。

さらに、前記エポキシビニルエステル樹脂を製造するさいには、ゲル化を防止する目的や、生成樹脂の保存安定性あるいは硬化性の調整の目的で重合禁止剤を使用することが推奨される。ここで、使用される上記重合禁止剤として代表的なものを挙げれば、ハイドロキノン、p-tert-ブチルカテコールもしくはモノ-tert-ブチルハイドロキノンなどのハイドロキノン類；ハイドロキノンモノメチルエーテルもしくはジ-tert-ブチル-p-クレゾールなどのフェノール類；p-ベンゾキノン、ナフトキノン、もしくはp-トルキノンなどのキノン類；あるいはナフテン酸銅の如き銅塩などである。

ところで、重合性ビニルモノマーを含む前記エポキシビニルエステル樹脂組成物は触媒を使用することなく、単に加熱するだけで十分硬化させることもできるが、ナフテン

ゾインイソプロピルエーテル、ベンゾインイソブチルエーテル、α-メチルベンゾイン、α-フェニルベンゾイン、ベンジル、ジアセチル、メチルアントラキノン、クロルアントラキノン、アントラキノンアセトフェノンもしくはベンゾフェノンなどのカルボニル化合物；あるいはジフェニルサルファイド、ジフェニルスルファイドもしくはジチオカパーバートなどの硫黄化合物がある。

前記した繊維質強化材のうち、まずガラス繊維としては、その原料の面から、E-ガラス、C-ガラス、A-ガラスおよびB-ガラスなどが挙げられるが、本発明の板ばねを得るためには、いずれの種類も適用できる。

次に前記の炭素系繊維としては、炭素繊維と黒鉛繊維を挙げることができ、これらはいずれもポリアクリロニトリル系繊維、セルローズ系繊維、ピッチ、芳香族炭化水素またはカーボンブラックなどを原料として製造されるもので

銀コバルトもしくはオクテン酸コバルトなどの遷移金属塩と、メチルエチルケトンパーオキシド、メチルイソブチルケトンパーオキシドもしくはシクロヘキサノンパーオキシドなどの有機過酸化物との酸化還元触媒系；あるいはN,N-ジメチルパラトルイジンなどのN-置換芳香族アミン類とベンゾイルパーオキシドとを併用する酸化還元触媒系などを用いることにより常温で硬化させることもできる。また、ベンゾイルパーオキシド、p-メンタンハイドロパーオキシド、tert-ブチルパーベンゾエートあるいは1,1-ジ-tert-ブチルパーオキシド-3,3',5'-トリメチルシクロヘキサノンなどの有機過酸化物を用いることができるのは勿論であり、さらに充増感剤を使用することにより、紫外線あるいは電子線等などによつて硬化させることも可能である。かかる充増感剤として代表的なものにはベンゾイン、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインエチルエーテル、ベン

ある。

また、前記の芳香族ポリアミド系繊維とは、多官能の芳香族アミンと芳香族多塩基酸との反応により得られる重合体であつて、アミド結合を有するものをいい、その代表的なものとしてはポリp-フェニレンテレフタルアミド、またはポリp-アミノベンズアミドなどが挙げられる。

これらの繊維質強化材は、その形状により、さらにローピング、チヨップドストランドマツト、コンティニアスマツト、クロス、ローピングクロス、サーフェシングマツトおよびチヨップドストランドなどの種々のものがあるが、本発明においては、繊維含有率が高くでき、しかもFRP成形物の強度および耐疲労特性をも向上させることのできるローピング、クロスおよびローピングクロスなどが好ましい。

本発明の板ばねを得るにさいして繊維質強化材の容積含

有率は該強化材とマトリックス成分としての樹脂との合計容量の40~70%なる範囲が好ましく、重量表示では50~80%なる範囲が好ましく、実用上最も好ましいのは、45~65%の範囲である。

また、本発明の自動車用FRP製板ばねを得るには、加工の段階において、樹脂成分、繊維質強化材および硬化剤のほか、必要に応じてさらに顔料、染料、離型剤、充填剤あるいはその他の添加剤を含めることもできる。

本発明の自動車用FRP製板ばねは、通常行なわれているプレス成形法、ファイラメントワインディング成形法、シートワインディング成形法あるいはブルトローグヨン成形法などの方法で成形加工される。

次に本発明を実施例によつて具体的に説明する。以下、部および%は特に断りのない限り、すべて重量基準であるものとする。

ロービングをよく含浸させて得たシート10枚を、ガラス含有率が70%になるようにマツチダイ金型(深さ8mm、幅50mm、長さ300mm)に仕込み、120℃で10分間加熱圧縮成形を行なつた。得られたFRP成形体をさらに電熱乾燥炉で120℃で2時間に亘りポストキュアを行なつて、縦弾性率4,100kgf/cm²なるFRP成形体を作成した。

次いで、かくして得られた成形体(板ばね基本体)について、ばね協会型高速度破れ試験機を用いて、応力条件27.5±2.25kgf/cm²で破れ試験を行ない、繰り返し寿命回数を求めた。本板ばねは203×10⁴回という従来には類例を見ないほどにすぐれた繰り返し寿命をもつたものであることが、確認できた。この結果を第1表に示した。なお、かかる繰り返し寿命回数は、供試体の支点間に割離が生じた時の回数をもつて示したものである。

実施例 1

量度計、攪拌機および冷却器を具備した三口フラスコに、ビスフェノールAとエピクロルヒドリンとの反応により得られたエポキシ当量265の「エピクロン860」(大日本インキ化学工業株式会社製エポキシ樹脂)528gとメタクリル酸172g、ヒドロキノン0.35gおよびトリエチルアミン2.1gを加えて、110℃まで昇温させて6時間反応を続けた。酸価が6となつた。かくして得られたエポキシビニルエステルにスチレンモノマー3.00gを加えて、酸価4、粘度(ガードナー表示、25℃;以下同様)K-Lおよび色数(ガードナー表示;以下同様)2なる樹脂溶液を得た。

得られた樹脂溶液の100部に、「ナイパーBO」(日本油脂株式会社製ベンゾイルパーオキサイド)の2部を加えてよく攪拌し、さらにここへ一方向に引き揃えられたガラスロ

実施例 2

実施例1と同様の反応装置を用いて、これにビスフェノールAとエピクロルヒドリンとの反応により得られたエポキシ当量189の「エピクロン850」(同上社製品)194gと、同じくビスフェノールAとエピクロルヒドリンとの反応により得られたエポキシ当量476の「エピクロン1050」(同上社製品)291gとからなる平均エポキシ当量361なる混合エポキシ樹脂とメタクリル酸1.15gとをヒドロキノン0.3gおよびトリエチルアミン1.8gの存在下に110℃まで昇温して、6時間反応を続けた。酸価が8となつた。ここに得られたエポキシビニルエステルにスチレンモノマー4.00gを加えて酸価4.5、粘度Lおよび色数1-2なる樹脂溶液を得た。

得られた樹脂溶液を、実施例1と同様の手法により、一方向に引き揃えられたガラスロービングによく含浸させ、

次いで、マツチダイ金型で加熱圧縮成形を行なつて縦弾性率 4.160 kgf/cm^2 なるFRP成形体を作成した。

次いで、この成形体について実施例1と同じ条件下で疲れ試験を行なつて、このものの繰り返し寿命が 281×10^4 回という素晴らしいものであることが確認できた。この結果を第1表に示した。

実施例 3

「エピクロン 850」70gと、「エピクロン 1050」430gとからなる平均エポキシ当量 432 なる混合エポキシ樹脂とメタクリル酸100gとを、ハイドロキノン0.3gおよびトリエチルアミン1.8gの存在下に 110°C で7時間反応させて、酸価6なるエポキシビニルエステルを得た。次いで、これにステレンモノマー400gを加えて、酸価3.5、粘度Q-Rおよび色数2の樹脂溶液を得た。得られた樹脂溶液を、実施例1と同様の手法により、一

方方向に引き揃えられたガラスロービングによく含浸させ、マツチダイ金型で加熱圧縮成形を行なつて縦弾性係数 4.360 kgf/cm^2 なるFRP成形体を作成した。

次いで、この成形体について疲れ試験を行ない、 212×10^4 回の繰り返し寿命を有するものであることが確認できた。この結果を第1表に示した。

実施例 5

ビスフェノールFとエピクロルヒドリンとの反応により得られたエポキシ当量178の「エピクロン 830」(同上社製品)236gと、「エピクロン 1050」239gとからなる平均エポキシ当量328の混合エポキシ樹脂とメタクリル酸125gとを、ハイドロキノン0.3gおよびトリエチルア

ミン1.8gとを加えて、 110°C まで昇温させて6時間反応させて酸価が7となつた。このエポキシビニルエステルにステレンモノマー400gを加えて酸価4.0、粘度Kおよび色数1-2なる樹脂溶液を得た。

得られた樹脂溶液を、一方方向に引き揃えられたガラスロービングによく含浸させ、マツチダイ金型で加熱圧縮成形を行なつて、縦弾性係数 4.070 kgf/cm^2 なるFRP成形体を作成した。

実施例 4

「エピクロン 1050」290gとフェノールノボラックとエピクロルヒドリンとの反応により得られたエポキシ当量182の「エピクロン N-740」(大日本インキ化学工業㈱製エポキシ樹脂)194gとからなる平均エポキシ当量358 なる混合エポキシ樹脂とメタクリル酸116gとを、ハイドロキノン0.3gおよびトリエチルアミン1.8gとの存在下に 110°C で7時間反応させて酸価6なるエポキシビニルエステルを得た。次いで、これにステレンモノマー400gを

得られた樹脂溶液を、一方方向に引き揃えられたガラスロービングによく含浸させ、マツチダイ金型で加熱圧縮成形を行なつて、縦弾性係数 4.070 kgf/cm^2 なるFRP成形体を作成した。

次いで、この成形体について疲れ試験を行なつて 208×10^4 回なる繰り返し寿命のあることが確認できた。この結果を第1表に示した。

比較例 1

「エピクロン 850」485g、メタクリル酸215g、ハイドロキノン0.35gおよびトリエチルアミン2.1gを加えて、 110°C まで昇温して、6時間反応を続けた処、酸価が6と

なつた。次いで、このエポキシビニルエステルにスチレンモノマー 300g を加えて酸価 4、粘度 H および色数 2 なる樹脂溶液を得た。

得られた樹脂溶液を、一方向に引き揃えられたガラスロービングによく含浸させ、マツチダイ金型で加熱圧縮成形を行ない、縦弾性係数 $4,210 \text{ kgf/cm}^2$ の FRP 成形体を作成した。

次いで、この成形体について疲れ試験を行ない、 25×10^4 回なる繰返し寿命を有するものであることが確認できた。この結果を第 1 表に示した。

比較例 2

「エピクロン 850」310g と、ビスフェノール A とエピクロルヒドリンとの反応により得られたエポキシ当量 821 の「エピクロン 3050」(大日本インキ化学工業株式会社製) 217g とからなる平均エポキシ当量 622 なる混合エポキ

ス、 110°C で 7 時間反応させて酸価が 9 なるエポキシビニルエステルを得た。次いで、これにスチレンモノマー 400g を加えて酸価 5、粘度 I および色数 4-5 なる樹脂溶液を得た。

得られた樹脂溶液を、一方向に引き揃えられたガラスロービングによく含浸させ、マツチダイ金型で加熱圧縮成形を行なつて、縦弾性係数 $4,380 \text{ kgf/cm}^2$ なる FRP 成形体を作成した。

次いで、この成形体について疲れ試験を行なつた処、このものの繰返し寿命は 26×10^4 回という値であつた。この結果を第 1 表に示した。

比較例 4

プロピレングリコール 255g、無水フタル酸 280g およびマレイン酸 195g を加えて窒素ガスを導入し、 200°C で固形分 66% のスチレン樹脂の粘度が U になるまで反応

シ樹脂に、メタクリル酸 73g、ヒドロキノン 0.3g およびトリエチルアミン 18g を加え、 110°C で 7 時間反応を続けて酸価 8 なるエポキシビニルエステルを得た。次いで、これにスチレンモノマー 400g を加えて酸価 4.5、粘度 B-T および色数 1-2 なる樹脂溶液を得た。

得られた樹脂溶液を、一方向に引き揃えられたガラスロービングによく含浸させ、マツチダイ金型で加熱圧縮成形を行ない、縦弾性係数 $3,970 \text{ kgf/cm}^2$ なる FRP 成形体を作成した。

次いで、この成形体について疲れ試験を行なつた処、 21×10^4 回なる繰返し寿命を有するものであることが確認できた。この結果を第 1 表に示した。

比較例 3

「エピクロン N-740」413g、メタクリル酸 187g、ヒドロキノン 0.3g およびトリエチルアミン 18g を加

を継続させ、次いでヒドロキノン 0.33g およびスチレンモノマー 340g を加えて酸価 2.5、粘度 U および色数 1 なる不飽和ポリエステル樹脂溶液を得た。

得られた樹脂溶液を、一方向に引き揃えられたガラスロービングによく含浸させ、マツチダイ金型で加熱圧縮成形を行ない、縦弾性係数 $4,250 \text{ kgf/cm}^2$ の FRP 成形体を作成した。

次いで、この成形体について疲れ試験を行なつた処、このものの繰返し寿命は 4×10^4 回と極めて低いものであつた。この結果を第 1 表に示した。

以上の各例から明らかなように、前述の如く特定されたエポキシビニルエステルをマトリックスに使用した FRP 成形体は、本発明の範囲をはずれるエポキシビニルエステルを使用した成形体に比較して、約 10 倍、さらに不飽和ポリエステルと比較すれば、なんと約 50 倍という繰返し

し寿命を示すものであり、本発明の板ばねは非常に優れた

耐疲労特性を有するものであることが知れる。

第 1 表

		原料のエポキシ樹脂 の平均エポキシ当量	繰返し寿命 ($\times 10^4$ 回)	縦弾性係数 (kgf/mm^2)
実 施 例	1	265	203	4100
	2	341	281	4160
	3	432	235	4030
	4	558	212	4360
	5	328	208	4070
比 較 例	1	189	25	4210
	2	622	21	3970
	3	182	26	4380
	4	(不飽和ポリエステル樹脂)	4	4250

試 験 機 : ばね協会型高速度れ試験機

回 転 数 : 1000 rpm

設定応力 : $27.5 \pm 22.5 \text{ kg}/\text{mm}^2$

4点曲げ方式

供試体の寸法 : $50 \times 300 \times 8 \text{ mm}$